



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118957524 A

(43) 申请公布日 2024. 11. 15

(21) 申请号 202411266655.3

(22) 申请日 2024.09.11

(71) 申请人 无锡尚积半导体科技有限公司

地址 214000 江苏省无锡市新吴区长江南路35-312号厂房

(72) 发明人 张陈斌 刘超 葛青涛 王世宽 宋永辉

(74) 专利代理机构 南京众联专利代理有限公司 32206

专利代理师 王荷英

(51) Int. Cl.

G23C 14/35 (2006.01)

H01L 21/67 (2006.01)

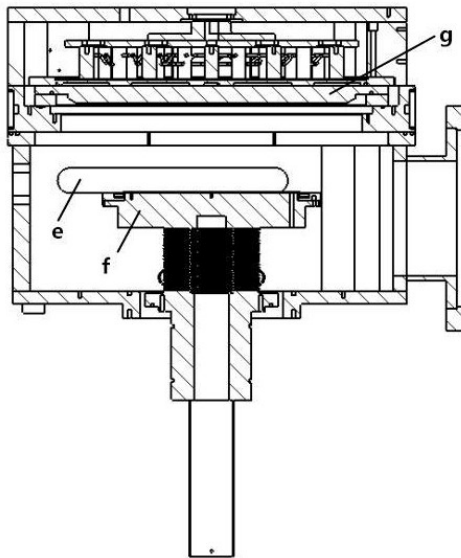
权利要求书1页 说明书4页 附图7页

(54) 发明名称

磁控溅射设备中的等离子体发生装置

(57) 摘要

本发明磁控溅射设备中的等离子体发生装置,包括腔体,腔体内从下至上依次设置有载台、靶材、电磁铁;电磁铁置于固定板上,固定板上开设有圈通孔,每圈通孔包括均匀设置的多个通孔,通孔内设置有电磁铁;一个和/或多个电磁铁输入相同的电流,本发明中等离子体发生装置,可以采用平面靶材或特殊靶材进行溅射,通过对靶材背面的多个电磁铁选择性地通电,采用合适的磁控溅射工艺,可以实现膜厚均匀性提升;在靶材寿命周期内,定期地移动电磁铁,径向调整位置,可以将靶材溅射时背面的磁场强度作相应改变,即原本高溅射率区域的磁场强度降低、低溅射率区域的磁场强度升高,使得靶材各处的溅射程度得以平衡,靶材利用率大幅提升。



1. 磁控溅射设备中的等离子体发生装置,其特征在於,包括腔体,腔体内从下至上依次设置有载台、靶材、电磁铁;电磁铁置于固定板上,固定板上开设有多圈安装电磁铁的孔位,每圈孔位包括均匀设置的一个或多个孔位,孔位内设置有电磁铁;一个和/或多个电磁铁输入相同的电流。

2. 根据权利要求1所述的磁控溅射设备中的等离子体发生装置,其特征在於,固定板中心处的孔位为圆形,其余所述孔位为长条形,孔位的长度方向沿径向设置。

3. 根据权利要求1所述的磁控溅射设备中的等离子体发生装置,其特征在於,孔位底部向内设置有限位凸缘。

4. 一种采用如权利要求1-3任一项所述的磁控溅射设备中的等离子体发生装置的磁控溅射方法,其特征在於,包括以下步骤:调整晶圆与所述靶材的距离,使晶圆与靶材距离为100-150mm,调整电磁铁的输入电流,靶材的总输入功率为8000W;通入氩气,压力保持在3.0-4.0Torr,溅射750-850s,晶圆表面沉积得到金属薄膜;调整电磁铁的输入电流具体为:一个和/或多个电磁铁输入相同的电流,电流为0-1.5A。

5. 根据权利要求4所述的一种采用磁控溅射设备中的等离子体发生装置的磁控溅射方法,其特征在於,所述氩气的流量为45-65sccm。

6. 根据权利要求4所述的一种采用磁控溅射设备中的等离子体发生装置的磁控溅射方法,其特征在於,所述调整电磁铁的输入电流具体为:一个或一圈电磁铁输入相同的电流,电流为0-1.5A。

7. 根据权利要求4所述的一种采用磁控溅射设备中的等离子体发生装置的磁控溅射方法,其特征在於,溅射N次后,靶材上对应的电磁铁处出现凹陷,调节电磁铁的位置,使得电磁铁移动至靶材未凹陷的位置。

8. 一种磁控溅射设备,其特征在於,包括如权利要求1-3任一项所述的等离子体发生装置。

磁控溅射设备中的等离子体发生装置

技术领域

[0001] 本发明属于半导体技术领域,具体涉及一种磁控溅射设备中的等离子体发生装置。

背景技术

[0002] 磁控溅射属于物理气相沉积(PVD)的一种。基本原理为,真空条件下充入Ar,在高压下氩气辉光放电,Ar原子被电离为Ar⁺离子和电子e⁻, Ar⁺在电场作用下加速轰击阴极靶材,靶材原子沉积在wafer表面形成薄膜。电子e⁻受电磁场作用产生E×B所指方向漂移,电子以近似摆线在靶材表面做螺旋运动,而且被束缚在靶表面的等离子体区域内,并在该区域内碰撞电离出大量的Ar⁺来轰击靶材,从而实现高沉积速率。

[0003] 现有技术的等离子体发生装置一般采用动态磁控装置及平面靶材。其中,动态磁控装置也被称为场扫描式磁控器,动态磁控装置示意图如图1所示。这种磁铁小于靶直径,但以低速在阴极背面旋转(<=100rpm),以便使磁场扫描覆盖整个靶。阴极表面上通过物理平移E×B漂移路径,以平均出固有的溅射不均匀性。这是通过配置阴极后面的磁体(在阴极表面形成B场)由电机驱动转动来实现的。通过合理设计磁体阵列形状及选择旋转轴心,使靶面产生较为均匀的溅射率,并尽可能提升靶材利用率。

[0004] 在层状金属接触或互连结构中,必须在通孔、沟槽的底部及侧壁,淀积厚度均匀但很薄的扩散阻挡层等。随着器件尺寸缩微,接触通孔与沟槽的深宽比愈益增大,均匀薄层淀积与填充难度上升。由靶表面溅射出的原子沿不同方向运动,并且会因散射不断改变。如图2中(a)、(b)所示,在陡峭台阶的通孔和沟槽内,甚至可能形成夹断或无法填充的空洞。

[0005] 现有技术中,等离子体发生装置中一般包含普通平面靶材,沉积的薄膜对于带微孔和沟槽的晶圆表面,其覆盖率非常低。另外,现有技术等离子体发生装置采用的动态磁控装置,磁铁旋转时所带动的圆形范围内溅射均匀性较高。但是,在磁场方向与靶面非平行处溅射率较低,因此径向溅射不均匀,靶材溅射一段时间后的表面形貌如图3所示。现有的动态磁控装置对靶面产生的溅射均匀性有限,靶材利用率较低。

发明内容

[0006] 为解决上述问题,本发明公开了一种磁控溅射设备中的等离子体发生装置。

[0007] 为达到上述目的,本发明的技术方案如下:

本发明提供一种磁控溅射设备中的等离子体发生装置,包括腔体,腔体内从下至上依次设置有载台、靶材、电磁铁;电磁铁置于固定板上,固定板上开设有多圈安装电磁铁的孔位,每圈孔位包括均匀设置的多个孔位,孔位内设置有电磁铁;电磁铁通过导线连接电源,一个和/或多个电磁铁输入相同的电流。

[0008] 进一步地,固定板中心处的孔位为圆形,其余所述孔位为长条形,孔位的长度方向沿径向设置,孔位底部向内设置有限位凸缘,电磁铁的位置可调节,电磁铁上设置螺纹孔,将圆柱形的电磁铁用螺栓安装于长条形的孔位中。当需要调节电磁铁时,将螺栓拧松,将电

磁铁移动至合适的位置后再锁紧即可。

[0009] 作为本发明的一种具体实施方式,将每一圈的电磁铁均向外扩张相同的距离。

[0010] 本发明还提供一种采用如上所述的磁控溅射设备中的等离子体发生装置的磁控溅射方法,包括以下步骤:调整晶圆与所述靶材的距离,使晶圆与靶材距离为100-150mm,调整电磁铁的输入电流,靶材的总输入功率为8000W;通入氩气,压力保持在3.0-4.0Torr,溅射750-850s,晶圆表面沉积得到金属薄膜;调整电磁铁的输入电流具体为:一个和/或多个电磁铁输入相同的电流,电流为0-1.5A。

[0011] 进一步地,所述氩气的流量为45-65sccm。

[0012] 进一步地,所述调整电磁铁的输入电流具体为:一个或一圈电磁铁输入相同的电流,电流为0-1.5A。

[0013] 进一步地,溅射N次后,靶材上对应的电磁铁处出现凹陷,调节电磁铁的位置,使得电磁铁移动至靶材未凹陷的位置。

[0014] 本发明还提供一种磁控溅射设备,包括如上所述的等离子体发生装置。

[0015] 本发明的有益效果为:

本发明可以采用平面靶材进行溅射,通过对靶材背面的多个电磁铁选择性地进行通电,采用合适的磁控溅射工艺,可以实现膜厚均匀性提升;在靶材寿命周期内,定期地移动电磁铁,径向调整位置,可以将靶材溅射时背面的磁场强度作相应改变,即原本高溅射率区域的磁场强度降低、低溅射率区域的磁场强度升高,使得靶材各处的溅射程度得以平衡,靶材利用率大幅提升。

[0016] 本发明中,也可以采用特殊靶材,使带微孔和沟槽的晶圆表面薄膜的台阶覆盖率显著提升。另外,除了可以采用普通平面靶材,也可以采用特殊靶材,通过对小靶材背面对应的小电磁铁选择性地进行通电,采用合适的磁控溅射工艺,可以实现膜厚均匀性提升。

附图说明

[0017] 图1为动态磁控装置示意图;

图2为非定向与定向溅射对通孔、沟槽台阶覆盖的影响,(a)为非定向,(b)定向;

图3靶材溅射一段时间后的表面形貌;

图4为平面靶材结构示意图;

图5为特殊靶材结构示意图;

图6为磁控溅射设备中的等离子体发生装置的示意图;

图7为电磁铁位置的结构示意图;

图8为图7中A-A的截面图;

图9为图8中的局部放大图;

图10为电磁铁的结构示意图;

图11为薄膜测量点示意图;

附图标识列表:

a、基板;b、正面;c、凹槽;d、靶材;e、晶圆;f、载台;g、电磁铁;h、螺纹孔;i、固定板;j、孔位;k、导线;l、限位凸缘。

具体实施方式

[0018] 下面结合附图和具体实施方式,进一步阐明本发明,应理解下述具体实施方式仅用于说明本发明而不用于限制本发明的范围。

[0019] 靶材在刻蚀的过程中,只有靠近电磁铁附件的金属靶材才会被消耗。如图7所示,分为四圈电磁铁,每一圈的电磁铁的位置能够调节。即每一圈的电磁铁能够进行收拢或者张开,工作一段时间后,就能够将电磁铁的位置移动至靶材未被轰击的位置,进而能够进一步利用靶材,提高靶材的利用率。

实施例1

[0020] 采用本申请提出的等离子体发生装置(如图6-10所示),包括腔体,腔体内从下至上依次设置有载台f、靶材d、电磁铁g;电磁铁g置于固定板i上,固定板i上开设有包括中心点的五圈安装电磁铁g的孔位j,中心圈包括一个孔位j,其余每圈孔位j包括均匀设置的多个孔位j,固定板i中心处的孔位j为圆形,其余所述孔位j为长条形,孔位j的长度方向沿径向设置,孔位j底部向内设置有限位凸缘L,电磁铁g的位置可调节,电磁铁g上设置螺纹孔h,将圆柱形的电磁铁g用螺栓安装于长条形的孔位j中。当需要调节电磁铁g时,将螺栓拧松,将电磁铁g移动至合适的位置后再锁紧即可。

[0021] 作为本发明的一种具体实施方式,将每一圈的电磁铁g均向外扩张相同的距离。

[0022] 电磁铁g通过导线k连接电源,一个和/或多个电磁铁g输入相同的电流。

实施例2

[0023] 采用本申请提出的等离子体发生装置,如61个电磁铁g与现有平面靶材(见图4)或特殊靶材(见图5)的组合,进行磁控溅射镀膜试验。靶材d材料为铝(还可以是铜、钼、金、钛、镍、银等),晶圆e距靶材d距离为120mm,晶圆e采用8寸硅片。自内向外第二圈小电磁铁g及中心电磁铁g均输入相同电流1,自内向外第三圈小电磁铁g均输入相同电流2,自内向外第四圈小电磁铁g均输入相同电流3,自内向外第五圈小电磁铁g均输入相同电流4。平面靶材的电源功率设置为8000W;特殊靶材的电源功率也设置为8000W,且电源同时并联连接特殊靶材整体内的所有小靶材,则通电时所有小靶材的输入功率相同,且总功率为8000W。氩气流量为50sccm,腔体压力保持在3-4mTor,溅射时间为800s,沉积得到铝薄膜。

[0024] 其中,图5所示的特殊靶材,包括基板a、靶材d、导电板(未示出)。

[0025] 基板,基板a靠近晶圆e的一侧为正面b,另一面为背面,正面开设有多槽c;

靶材,靶材d置于凹槽c内,且低于正面b的表面1mm以上;

导电板,安装于基板a的背面,导电板连接靶材d。

[0026] 在扫描电子显微镜下观察晶圆e表面薄膜厚度的分布情况,薄膜测量点如图11所示。薄膜厚度均匀性计算方法为,49点处薄膜厚度的标准差除以49点处薄膜厚度的平均值。各圈小电磁铁对应的输入电流1、2、3和4及膜厚均匀性情况见表1。

[0027] 表1

	电流组合一	电流组合二	电流组合三	电流组合四	电流组合五
电流 1	1.1A	1.0A	0.9A	0.8A	0.7A
电流 2	1.1A	1.0A	0.9A	0.8A	0.7A
电流 3	0.9A	1.0A	1.1A	1.2A	1.3A
电流 4	0.9A	1.0A	1.1A	1.2A	1.3A
平面靶材膜厚均匀性	6.204%	4.391%	2.833%	1.418%	1.885%
特殊靶材膜厚均匀性	5.897%	3.836%	2.772%	1.365%	1.781%

[0028] 由表1可知,各圈电磁铁通电电流采用电流组合一时,即内圈靶材附近的磁场强度升高、外圈靶材附近的磁场强度降低时,膜厚均匀性明显变差;当内圈靶材附近的磁场强度降低、而外圈靶材附近的磁场强度升高时,膜厚均匀性明显改善,且最优膜厚均匀性低于1.5%,为1.265%。另外,等离子体发生装置包含多个小电磁铁与特殊靶材时,膜厚均匀性整体略微优于采用多个小电磁铁与平面靶材所组成的等离子体发生装置下的膜厚均匀性。

实施例3

[0029] 采用本申请提出的等离子体发生装置,即61个电磁铁与现有平面靶材(见图4)组合,进行磁控溅射镀膜试验。平面靶材材料为铝(还可以是铜、钼、金、钛、镍、银等),晶圆e距靶材d距离为120mm,晶圆e采用8寸硅片。中心小电磁铁输入电流1,自内向外第二圈小电磁铁均输入相同电流2,自内向外第三圈小电磁铁均输入相同电流3,自内向外第四圈小电磁铁均输入相同电流4,自内向外第五圈小电磁铁均输入相同电流5。平面靶材的电源功率设置为8000W;特殊靶材的电源功率也设置为8000W,且电源同时并联连接特殊靶材整体内的所有小靶材,则通电时所有小靶材的输入功率相同,即总功率为8000W。氩气流量为50sccm,腔体压力保持在3-4mTorr,溅射时间为800s,沉积得到铝薄膜。膜厚均匀性情况见表2。

[0030] 表2

	功率组合一	功率组合二	功率组合三	功率组合四	功率组合五
电流 1	0A	1A	1A	1A	1A
电流 2	1A	0A	1A	1A	1A
电流 3	1A	1A	0A	1A	1A
电流 4	1A	1A	1A	0A	1A
电流 5	1A	1A	1A	1A	0A
膜厚均匀性	5.636%	3.280%	1.275%	2.386%	3.855%

[0031] 由表2可知,当第三圈电磁铁的输入电流为0A、其它电磁铁的输入电流均为1A时,沉积得到的薄膜厚度均匀性最佳,为1.275%。

[0032] 需要说明的是,以上内容仅仅说明了本发明的技术思想,不能以此限定本发明的保护范围,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰均落入本发明权利要求书的保护范围之内。

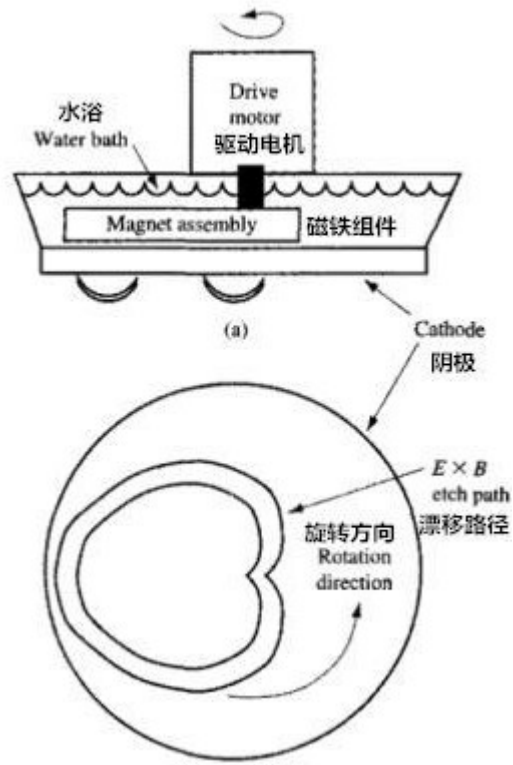


图 1

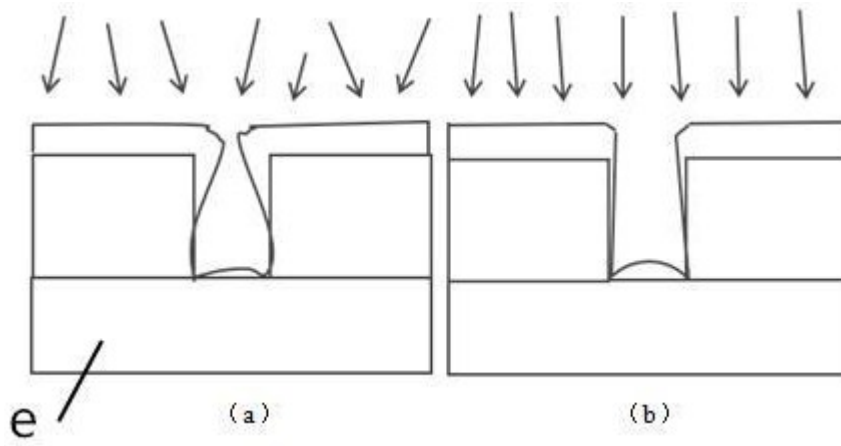


图 2

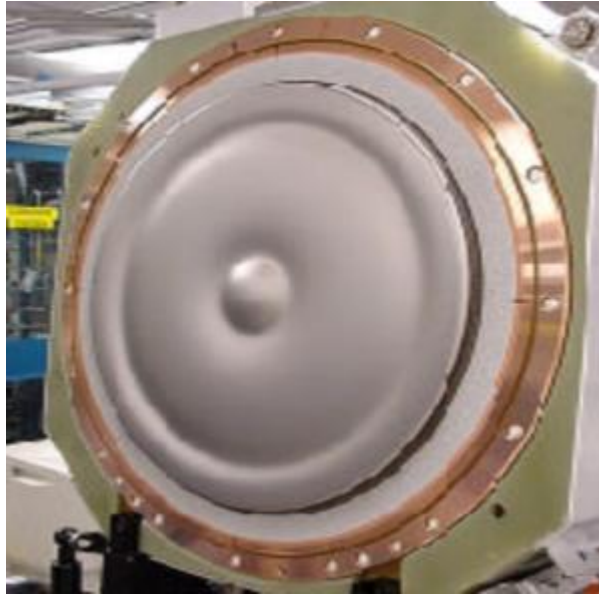


图 3

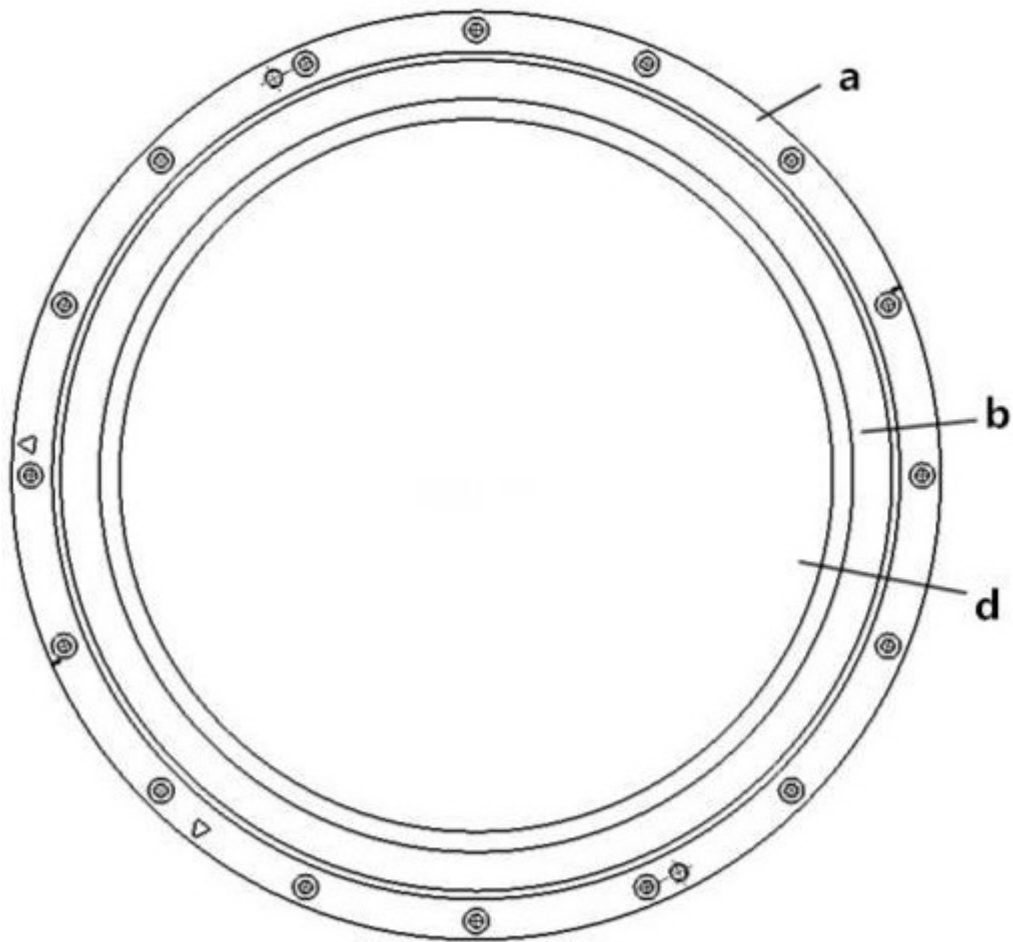


图 4

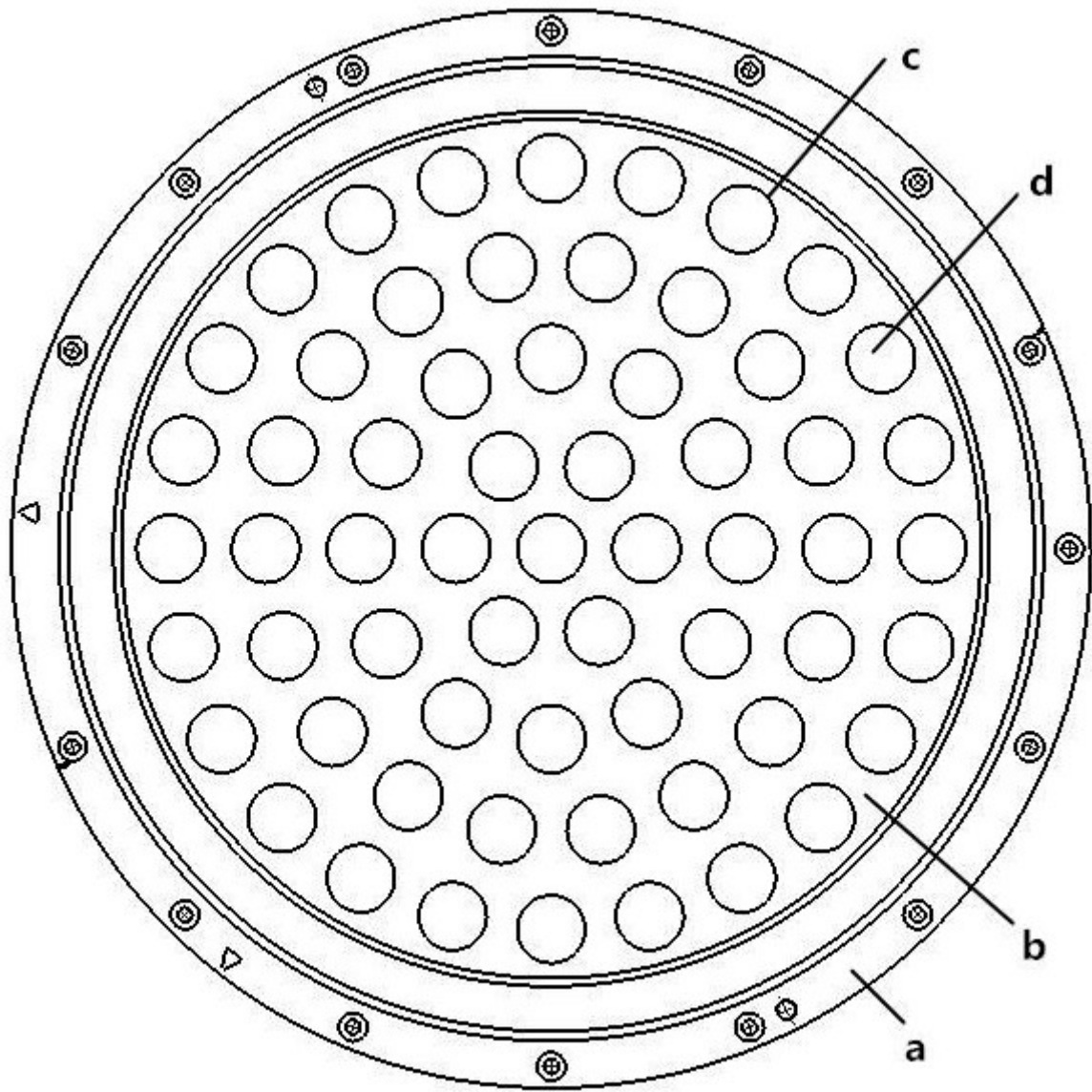


图 5

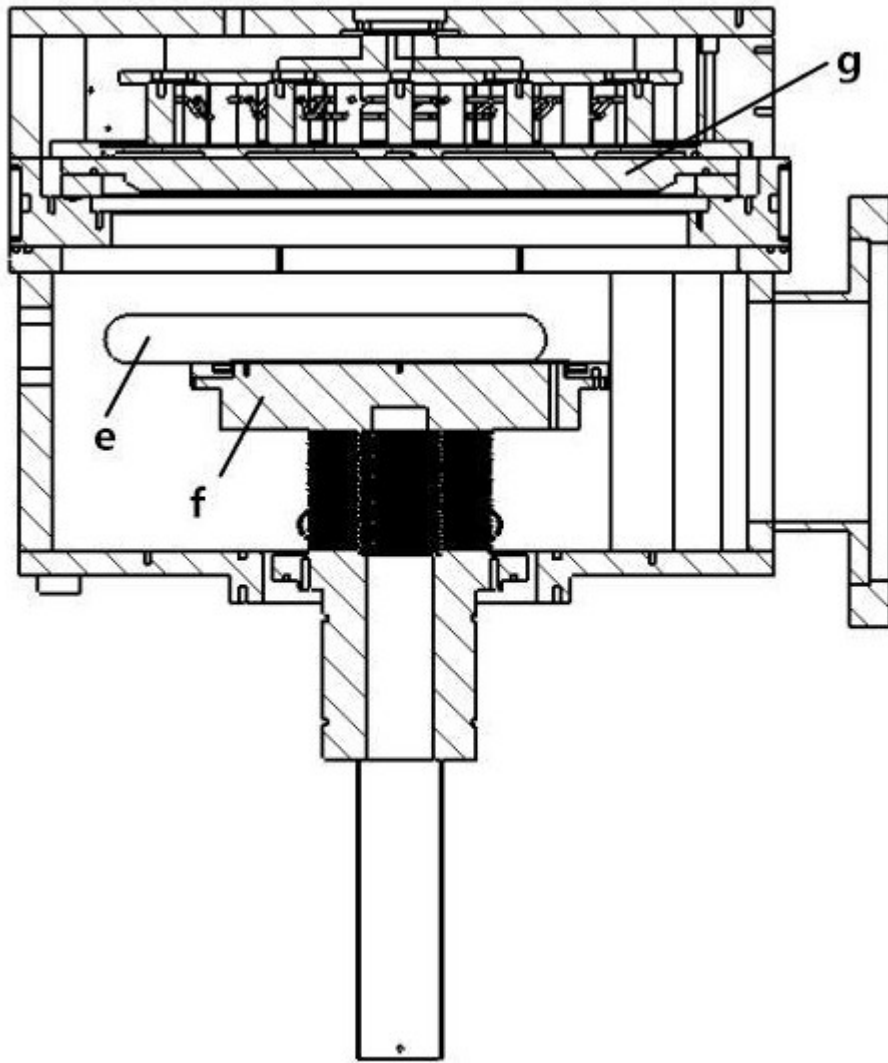


图 6

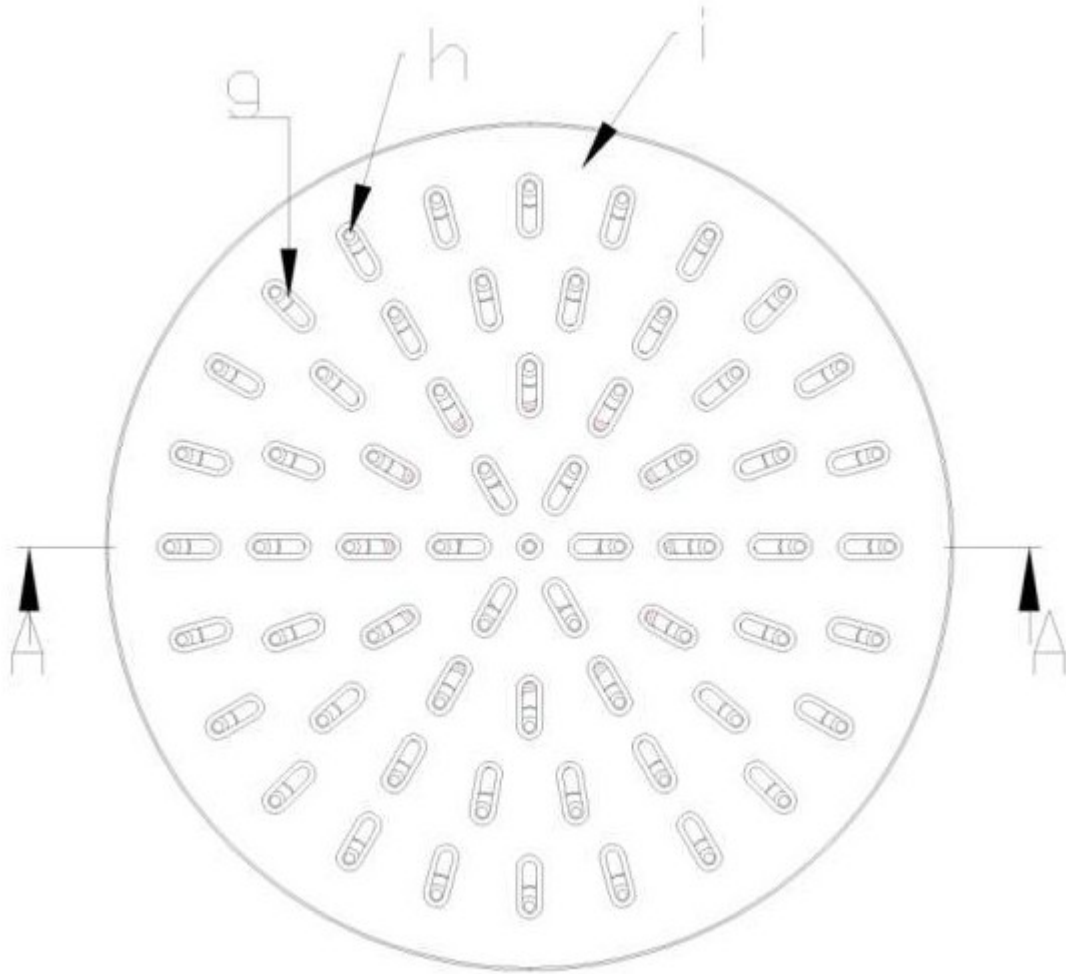


图 7

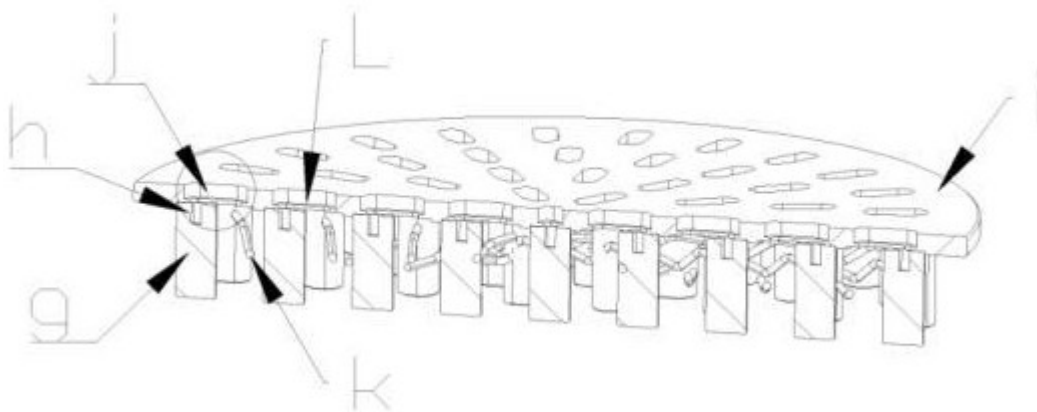


图 8

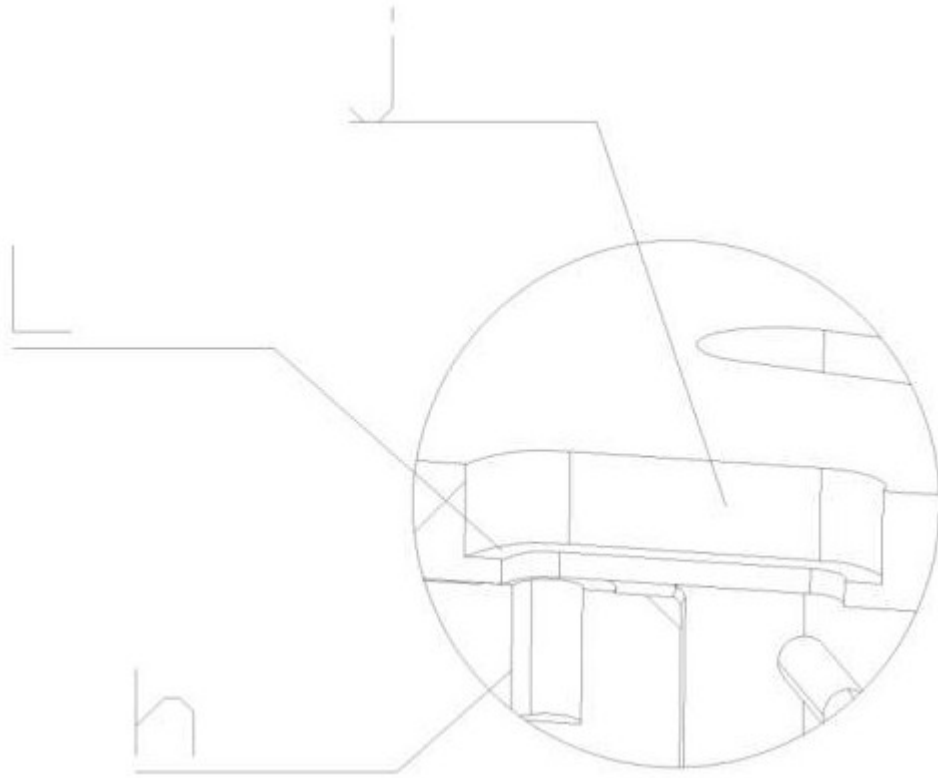


图 9

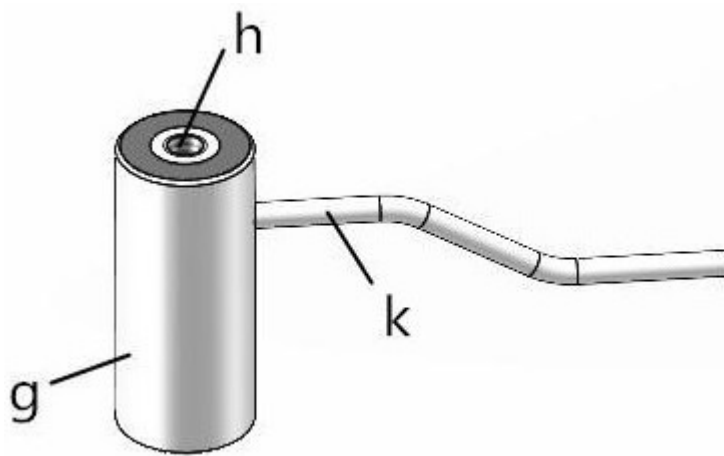


图 10

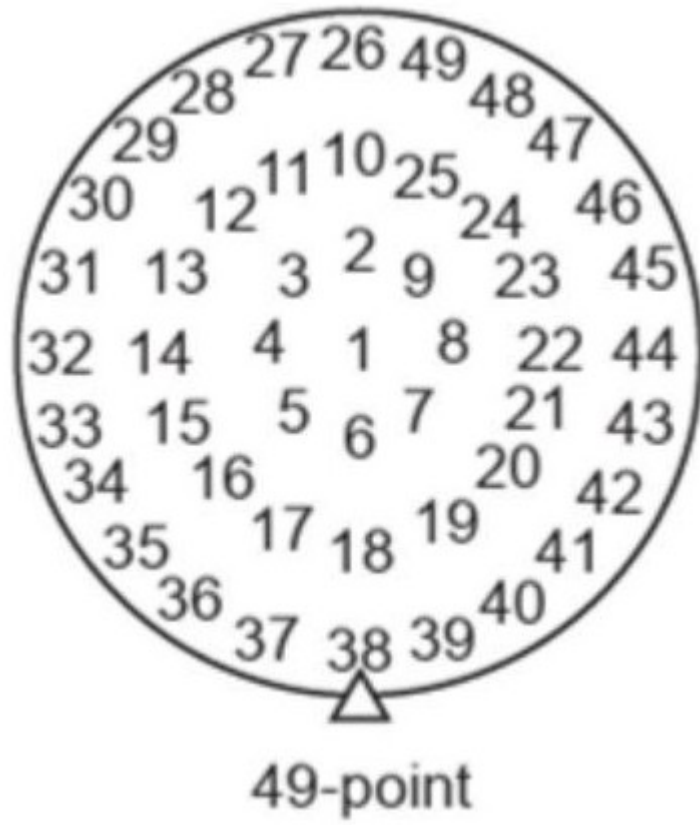


图 11